

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takeru MATSUOKA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: SEMICONDUCTOR DEVICE INCLUDING COPPER INTERCONNECT LINE AND BONDING PAD,
AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

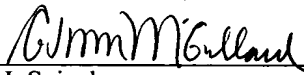
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-002946	January 9, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 1月 9日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-002946

[ST.10/C]:

[JP2003-002946]

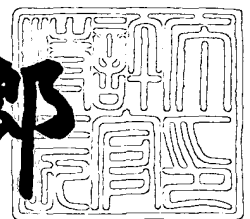
出 願 人
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2003年 2月 7日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3005656

【書類名】 特許願

【整理番号】 541530JP01

【提出日】 平成15年 1月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/3205

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

 【氏名】 松岡 長

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

 【氏名】 藤木 謙昌

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

 【氏名】 竹若 博基

【特許出願人】

 【識別番号】 000006013

 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100089233

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088672

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に形成された層間絶縁膜に埋め込まれた銅配線と、

前記銅配線に接続されたパッド部とを備え、

前記パッド部は、

前記銅配線と一体の銅金属と、

少なくとも一部が前記銅金属に埋め込まれたアルミ合金とを備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の半導体装置であって、
前記アルミ合金の全体が前記銅金属に埋め込まれていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置であって、
前記アルミ合金の前記銅金属に埋め込まれた部分の底面は、前記層間絶縁膜に達していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の半導体装置であって、

前記パッド部は、前記アルミ合金の少なくとも前記銅金属に埋め込まれた部分の表面に、チタン合金の層を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の半導体装置であって、

前記パッド部は、前記アルミ合金の少なくとも前記銅金属に埋め込まれた部分の表面に、チタン合金と銅およびアルミとの化合物の層を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 半導体基板上に形成された層間絶縁膜に埋め込まれた銅配線と、

前記銅配線に接続されたパッド部とを備え、

前記パッド部は、

前記銅配線と一体の銅金属と、

前記銅金属に接するように形成され、少なくとも一部が前記層間絶縁膜に埋め込まれたアルミ合金とを備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の半導体装置であって、

前記パッド部は、前記アルミ合金の少なくとも前記層間絶縁膜に埋め込まれた部分の表面に、チタン合金の層を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の半導体装置であって、

前記パッド部は、前記アルミ合金の少なくとも前記層間絶縁膜に埋め込まれた部分の表面に、チタン合金と銅およびアルミとの化合物の層を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】 (a) 半導体基板上に形成された層間絶縁膜に、配線およびパッド部を形成するための溝を形成する工程と、

(b) 前記パッド部の前記溝が完全に埋まらない程度に前記半導体基板上に銅を堆積させる工程と、

(c) 前記工程 (b) よりも後に行われ、前記パッド部の前記溝を完全に埋めるように前記半導体基板上にアルミ合金を堆積させる工程と、

(d) 前記溝内以外の前記銅及び前記アルミ合金を除去することで、前記溝内に前記配線および前記パッド部を形成する工程とを備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法であって、

(e) 前記工程 (b) と (c) との間に行われ、前記パッド部の前記溝が完全に埋まらない程度に前記半導体基板上にチタン合金を堆積させる工程をさらに備え、

前記工程 (d) において、前記溝内以外の前記チタン合金も除去されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 に記載の半導体装置の製造方法であって、

(f) 前記工程 (c) よりも後に行われ、熱処理により前記チタン合金と前記銅および前記アルミ合金と反応させる工程をさらに備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】 (a) 半導体基板上に形成された層間絶縁膜にダマシン法を用いて銅の埋込配線を形成する工程と、

(b) 前記層間絶縁膜に、前記埋込配線に接する開口を形成する工程と、

(c) 前記開口を完全に埋めるようにアルミ合金を堆積させる工程と、

(d) 少なくとも前記開口内を除いて、前記アルミ合金を除去することで前記アルミ合金のパッド部を形成する工程とを備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 に記載の半導体装置の製造方法であって、

前記工程 (a) で形成される前記埋込配線は、前記工程 (b) で形成される前記開口を囲む環形状部を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 4】 請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の半導体装置の製造方法であって、

(e) 前記工程 (b) と (c) との間に行われ、前記開口が完全に埋まらない程度に前記半導体基板上にチタン合金を堆積させる工程をさらに備え、

前記工程 (d) において、前記開口内以外の前記チタン合金も除去されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 に記載の半導体装置の製造方法であって、

(f) 前記工程 (c) よりも後に行われ、熱処理により前記チタン合金と前記銅および前記アルミ合金と反応させる工程をさらに備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造技術に関するものであり、特に、銅配線を有する

半導体装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、半導体装置の最上層の配線には、例えば当該半導体装置を搭載するパッケージのリード部と当該配線とを接続するためのワイヤをボンディングするためのパッド（ボンディングパッド）が形成される。ワイヤの材料としては、例えば金が一般的である。

【0003】

また近年、半導体装置における構造の微細化並びに高集積化、動作の高速化が進むにつれ、配線の低抵抗化の重要性が高まっている。それに伴い、金属配線材料として従来のアルミに代わり、銅が多く用いられるようになっている。

【0004】

しかし、銅はアルミに比べ金との密着性が悪い。そのため、配線に銅を使用することに伴ってパッドも銅で形成される場合、当該パッドと金のワイヤとの密着性の悪さが問題となる。パッドとワイヤとの密着性が悪いと、パッドにボンディングしたワイヤの剥がれが生じやすく、そのために半導体装置の動作の信頼性劣化や歩留まりの低下を招いてしまう。

【0005】

そこで、銅配線を用いた半導体装置のパッド構造として、銅配線の表面上にアルミのパッド部を設けたものもある（例えば特許文献1-3）。つまり、配線に銅を用いることで配線の低抵抗化を図りつつ、ワイヤがボンディングされるパッド部にアルミを用いることでパッド部のワイヤとの良好な密着性を得ることができる。

【0006】

【特許文献1】

特開平2-123740号公報（第3-5頁、第1-3図）

【特許文献2】

特開平11-135506号公報（第3-4頁、第1-4図）

【特許文献3】

特開平 1 0 - 3 4 0 9 2 0 号公報 (第 3 - 6 頁、第 1 - 4 図)

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献 1 - 3 に開示の半導体装置では、銅の配線の表面上にアルミのパッド部が搭載される構造となっており、その部分における機械的強度の低下が懸念される。

【 0 0 0 8 】

一方、半導体装置ではダマシン法が使用されるのが一般的である。例えば特許文献 2, 3 に示されているように、銅配線をダマシン法で形成し、さらにその上にアルミのパッド部を形成する場合、配線とパッド部とが別々の工程で形成されるので製造工程の複雑化並びに工程数の増大を伴う。

【 0 0 0 9 】

また通常、ワイヤボンディングは、ボンディングツール (例えば、ウェッジツールやキャピラリツール等) の先端でワイヤを半導体装置上のパッド部に押し付けた状態で、熱および/または超音波を加えることでワイヤとパッド部を接合させることにより行われる。従って、上層にアルミのパッド部、下層に銅配線を有する構造の場合、その押し付けの圧力により上面のアルミ層が突き破られ、その下の銅配線が露出してしまうことも考えられる。銅はアルミに比較して酸化しやすく、パッド部の下の銅配線が露出して酸化すると、ワイヤとの接続不良が生じやすい。

【 0 0 1 0 】

本発明は以上のような課題を解決するためになされたものであり、銅配線を有する半導体装置において、パッド部とワイヤとの密着性を向上させることを第 1 の目的とし、パッド部形成に伴う製造工程の複雑化を抑えることを第 2 の目的とし、パッド部が形成される部分の機械的強度を向上させることを第 3 の目的とし、ワイヤボンディングの際の銅配線の露出を抑制することを第 4 の目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の局面によれば、半導体装置は、半導体基板上に形成された層間

絶縁膜に埋め込まれた銅配線と、前記銅配線に接続されたパッド部とを備え、前記パッド部は、前記銅配線と一体の銅金属と、少なくとも一部が前記銅金属に埋め込まれたアルミ合金とを備える。

【0012】

また、本発明の第2の局面によれば、半導体基板上に形成された層間絶縁膜に埋め込まれた銅配線と、前記銅配線に接続されたパッド部とを備え、前記パッド部は、前記銅配線と一体の銅金属と、前記銅金属に接するように形成され、少なくとも一部が前記層間絶縁膜に埋め込まれたアルミ合金とを備える。

【0013】

さらに、本発明の第3の局面によれば、半導体装置の製造方法は、(a)半導体基板上に形成された層間絶縁膜に、配線およびパッド部を形成するための溝を形成する工程と、(b)前記パッド部の前記溝が完全に埋まらない程度に前記半導体基板上に銅を堆積させる工程と、(c)前記工程(b)よりも後に行われ、前記パッド部の前記溝を完全に埋めるように前記半導体基板上にアルミ合金を堆積させる工程と、(d)前記溝内以外の前記銅及び前記アルミ合金を除去することで、前記溝内に前記配線および前記パッド部を形成する工程とを備える。

【0014】

さらにまた、本発明の第4の局面によれば、半導体装置の製造方法は、(a)半導体基板上に形成された層間絶縁膜にダマシン法を用いて銅の埋込配線を形成する工程と、(b)前記層間絶縁膜に、前記埋込配線に接する開口を形成する工程と、(c)前記開口を完全に埋めるようにアルミ合金を堆積させる工程と、(d)少なくとも前記開口内を除いて、前記アルミ合金を除去することで前記アルミ合金のパッド部を形成する工程とを備える。

【0015】

【発明の実施の形態】

<実施の形態1>

図1は本発明の実施の形態1に係る半導体装置の構造を示す図である。ここでは、上下二層構造の銅配線を有し、そのうち上層（即ち最上層）の銅配線にボンディングパッドが形成される例を示す。

【 0 0 1 6 】

同図に示すように、半導体装置は、シリコン基板 1 0 上に第 1 の層間絶縁膜 1 1 および第 2 の層間絶縁膜 1 4 を有する。第 1 の層間絶縁膜 1 1 にはコンタクト 1 2 および第 1 の銅配線 1 3 が埋め込まれており、第 2 の層間絶縁膜 1 4 には第 2 のコンタクト 1 5 および第 2 の銅配線 1 6 が埋め込まれている。そして、図 1 の左側に示すように、最上層の配線である第 2 の銅配線 1 6 の所定の部分には、金のワイヤ 1 8 をボンディングするためのボンディングパッド部 3 0（以下「パッド部 3 0」と称する）が形成されている。パッド部 3 0 は、第 2 の銅配線 1 6 と一体の銅金属部 1 6 a と、当該銅金属部 1 6 a に埋め込まれたアルミ合金部 1 7（例えば AlCu や AlSiCu 等）とから成っている。

【 0 0 1 7 】

同図に示すように、ワイヤ 1 8 はパッド部 3 0 のアルミ合金部 1 7 にボンディングされるので、ワイヤ 1 8 とパッド部 3 0 との間で良好な密着性が得られる。また、アルミ合金部 1 7 が銅金属部 1 6 a に埋め込まれた構造であるので、従来の銅-アルミの二層構造に比べ機械的強度は向上する。

【 0 0 1 8 】

図 2 ～図 5 は、実施の形態 1 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。以下、これらの図に基づいて、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。まず、常法（例えばダマシン法）により、シリコン基板 1 0 上に第 1 の層間絶縁膜 1 1、第 1 のコンタクト 1 2、第 1 の銅配線 1 3、第 2 の層間絶縁膜 1 4 および第 2 のコンタクト 1 5 を形成する。

【 0 0 1 9 】

そして、図 2 に示すように、写真製版技術およびエッチング技術を用いて、第 2 の層間絶縁膜 1 4 に第 2 の銅配線 1 6 およびパッド部 3 0 を形成するための溝 5 0 を形成する。このとき溝 5 0 は、パッド部 3 0 を形成する部分（図 2 の左側）の幅が、それ以外の通常の配線部分（図 2 の右側）の幅よりも広くなるように形成する。

【 0 0 2 0 】

その後図 3 の如く、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上に、スパッタ法、メッキ法あるい

はCVD (Chemical Vapor Deposition) 法等により、第2の銅配線16の材料となる銅51を堆積する。このとき、溝50のパッド部30を形成する部分が銅51により完全に埋まらないように、堆積させる銅51の量を調整する。また、溝50の通常の配線部分は、当該パッド部30を形成する部分よりも幅が狭いため、銅51により完全に埋められてしまう。

【0021】

続いて、図4のように、銅51の上に、アルミ合金部17の材料となるアルミ合金52を、スパッタ法またはCVD法などで堆積させる。それにより、溝50は、銅51とアルミ合金52とによって完全に埋められる。

【0022】

そして、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法などにより、溝50内外の余剰な銅51およびアルミ合金52を除去する。それによって、図5に示すように、第2の層間絶縁膜14の溝50内に、第2の銅配線16と、銅金属部16a並びにアルミ合金部17から成るパッド部30とが同時に形成される。このように、第2の銅配線16とパッド部30とを同時に形成可能であるため、アルミ合金部17形成に伴う製造工程数の増加は抑えられており、製造工程の簡略化に寄与できる。

【0023】

またこのとき、溝50の通常の配線部分は、銅51のみで完全に埋められているので、その上のアルミ合金52は完全に除去される。即ち、第2の銅配線16の通常の配線部分（図5右側）は、銅のみによって形成される。よって、第2の銅配線16の通常の配線部分における低抵抗化の妨げにはならない。

【0024】

そして最後に、図1に示したように、ワイヤ18がアルミ合金部17に対してボンディングされる。なお、そのボンディングに先立って、第2の層間絶縁膜14上に、アルミ合金部17上方を開口したパッシベーション膜（不図示）を形成しておいてもよい。その場合、第2の銅配線16が装置表面に不要に露出しないため、第2の銅配線16の酸化を防止することができる。

【0025】

以上のように、本実施の形態によれば、銅配線を有する半導体装置において、パッド部 3 0 とワイヤ 1 8 との良好な密着性を得ることができると共に、パッド部 3 0 が形成される部分の機械的強度の劣化は抑えられる。さらに、シンプルな製造工程により形成可能であるため、製造工程の簡略化ならびに工期短縮に寄与できる。

【 0 0 2 6 】

< 実施の形態 2 >

図 6 は、実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を示す図である。この図において、図 1 に示したものと同一の機能を有する要素には同一符号を付してあるので、それらの詳細な説明は省略する。同図に示すように、本実施の形態に係る半導体装置では、アルミ合金部 1 7 は、銅金属部 1 6 a と接する面、即ち、銅金属部 1 6 a に埋め込まれた部分の表面にチタン合金層 1 9 を有している。このチタン合金層 1 9 としては、例えばチタンまたは窒化チタンによる単層膜や、チタンとチタン窒化膜による多層膜などが考えられる。

【 0 0 2 7 】

このように銅金属部 1 6 a とアルミ合金部 1 7 との間にチタン合金層 1 9 を有する構造とすることで、実施の形態 1 よりも機械的強度が向上する。例えばワイヤボンディング時のアルミ合金部 1 7 に加わる圧力で第 2 の層間絶縁膜 1 4 に割れが発生することを抑制できる。また、実施の形態 1 と同様にパッド部 3 0 とワイヤ 1 8 との良好な密着性が得られることは言うまでもない。

【 0 0 2 8 】

以下、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。まず、実施の形態 1 と同様の工程で、シリコン基板 1 0 上に第 1 の層間絶縁膜 1 1、第 1 のコンタクト 1 2、第 1 の銅配線 1 3、第 2 の層間絶縁膜 1 4 および第 2 のコンタクト 1 5 を形成し、第 2 の層間絶縁膜 1 4 に第 2 の銅配線 1 6 およびパッド部 3 0 を形成するための溝 5 0 を形成する（図 2）。その後、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上に、第 2 の銅配線 1 6 の材料となる銅 5 1 を堆積する（図 3）。このとき、溝 5 0 のパッド部 3 0 を形成する部分が銅 5 1 により完全に埋まらないように、堆積させる銅 5 1 の量を調整する。

【 0 0 2 9 】

そして、図 7 のように、銅 5 1 の上にチタン合金 5 3 をスパッタ法または CVD 法などで堆積させる。このときも、溝 5 0 のパッド部 3 0 を形成する部分が完全に埋まらないように、堆積させるチタン合金 5 3 の量を調整する。次いで、図 8 のようにチタン合金 5 3 の上にアルミ合金部 1 7 の材料となるアルミ合金 5 2 を、スパッタ法または CVD 法などで堆積させる。それにより溝 5 0 は、銅 5 1、チタン合金 5 3 およびアルミ合金 5 2 によって完全に埋められる。

【 0 0 3 0 】

その後、CMP 法などにより、溝 5 0 内以外の余剰な銅 5 1、チタン合金 5 3 およびアルミ合金 5 2 を除去する。それによって、図 9 に示すように、第 2 の層間絶縁膜 1 4 の溝 5 0 内に、第 2 の銅配線 1 6 と、銅金属部 1 6 a、アルミ合金部 1 7 並びにチタン合金層 1 9 から成るパッド部 3 0 とが同時に形成される。

【 0 0 3 1 】

そして最後に、図 6 のようにワイヤ 1 8 がパッド部 3 0 のアルミ合金部 1 7 に対してボンディングされる。また、そのボンディングに先立って、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上にアルミ合金部 1 7 上方を開口したパッシベーション膜（不図示）を形成しておいてもよい。

【 0 0 3 2 】

以上の工程を実施の形態 1 の製造工程と比較すると、銅 5 1 を堆積させる工程とアルミ合金 5 2 を堆積させる工程との間に、チタン合金 5 3 を堆積させる工程を加えたのみで大きな変更はないことが分かる。つまり、チタン合金層 1 9 の形成に伴う製造工程数の増加は最小限に抑えられている。

【 0 0 3 3 】

< 実施の形態 3 >

図 1 0 は、実施の形態 3 に係る半導体装置の構造を示す図である。この図において、図 1 に示したものと同一の機能を有する要素には同一符号を付してある。本実施の形態に係る半導体装置では、アルミ合金部 1 7 は、第 2 の銅配線 1 6 と接する面、即ち、銅金属部 1 6 a に埋め込まれた部分の表面にチタン合金と銅およびアルミとの化合物の層 2 0（以下「チタン化合物層 2 0」）を有している。

【 0 0 3 4 】

一般に、アルミおよび銅を含んだチタン合金は、一般的に通常のチタン合金よりも強固であることが知られている。よって、このように銅金属部 1 6 a とアルミ合金部 1 7 との間にチタン化合物層 2 0 を有する構造とすることで、実施の形態 2 よりもさらに機械的強度が向上する。また、実施の形態 1 と同様にパッド部 3 0 とワイヤ 1 8 との良好な密着性が得られることは言うまでもない。

【 0 0 3 5 】

以下、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。まず、実施の形態 2 と同様の工程で、第 2 の層間絶縁膜 1 4 内に、第 2 のコンタクト 1 5、第 2 の銅配線 1 6（銅金属部 1 6 a）、アルミ合金部 1 7、チタン合金層 1 9 を形成する（図 9）。

【 0 0 3 6 】

そして、ワイヤボンディングを行う前に、不活性ガス（例えば N_2 や H_2 ）雰囲気中で $350^{\circ}C \sim 450^{\circ}C$ の熱処理を 1 0 ～ 1 0 0 分程度行う。それにより、チタン合金層 1 9 が銅金属部 1 6 a に含まれる銅およびアルミ合金部 1 7 に含まれるアルミと反応し、チタン化合物層 2 0 が形成される。

【 0 0 3 7 】

そして最後に、図 1 0 のようにワイヤ 1 8 がパッド部 3 0 のアルミ合金部 1 7 に対してボンディングされる。また、そのボンディングに先立って、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上にアルミ合金部 1 7 上方を開口したパッシベーション膜（不図示）を形成しておいてもよい。

【 0 0 3 8 】

以上の工程を実施の形態 2 の製造工程と比較すると、熱処理の工程を加えるだけよく、大きな変更はない。つまり、チタン化合物層 2 0 の形成に伴う製造工程数の増加は最小限に抑えられている。

【 0 0 3 9 】

< 実施の形態 4 >

図 1 1 は本発明の実施の形態 4 に係る半導体装置の構造を示す図である。この図において、図 1 に示したものと同様の要素については同一符号を付してある。

同図に示すように、半導体装置は、最上層の配線である第2の銅配線16の所定の部分には、金のワイヤ18をボンディングするためのパッド部30が形成されている。パッド部30は、第2の銅配線16と一体の銅金属部16aと、当該銅金属部16aに埋め込まれたアルミ合金部17とから成っている。また、アルミ合金部17の銅金属部16aに埋め込まれた部分の底面は、第2の層間絶縁膜14に達している。即ち、第2の銅配線16のパッド部30となる部分（銅金属部16a）の形状は環形であり、アルミ合金部17の一部は当該環形の内側に埋め込まれている。

【0040】

図11から分かるように、アルミ合金部17の銅金属部16aに埋め込まれた部分の下には第2の銅配線16（銅金属部16a）が存在しない。よって、ワイヤボンディング時の圧力によりアルミ合金部17が突き破られたとしても、その部分に第2の銅配線16が露出することはない。従って、第2の銅配線16の酸化による、ワイヤ18との接続不良の発生は抑えられる。また、実施の形態1に比べ、アルミ合金部17の厚さを厚くできるため、ワイヤボンディング時の圧力による第2の層間絶縁膜14のダメージを緩和でき、第2の層間絶縁膜14におけるクラックの発生を抑制する効果もある。

【0041】

以下、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。まず、常法により、シリコン基板10上に第1の層間絶縁膜11、第1のコンタクト12、第1の銅配線13、第2の層間絶縁膜14および第2のコンタクト15を形成した後、図12のように第2の層間絶縁膜14に第2の銅配線16およびパッド部30を形成するための溝60を形成する。このとき、溝60はパッド部30を形成する部分（図12の左側）が環形になるように形成する。

【0042】

そして、図13のように、第2の層間絶縁膜14上に第2の銅配線16の材料となる銅51を堆積する。このとき、溝60は銅51により完全に埋められる。次いで、CMP法などにより、溝60内以外の余剰な銅51を除去することで、図14に示すように、第2の層間絶縁膜14の溝60内に、第2の銅配線16お

よび環形の銅金属部 1 6 a が同時に形成される。

【 0 0 4 3 】

さらに、写真製版技術およびエッチング技術を用いて、図 1 5 のように、第 2 の層間絶縁膜 1 4 にアルミ合金部 1 7 を形成するための開口 6 1 を形成する。このとき開口 6 1 は、上記銅金属部 1 6 a の環形の内側に、当該銅金属部 1 6 a と接するように形成される。そして、図 1 6 のように、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上に、アルミ合金 5 2 を堆積させて開口 6 1 を埋める。

【 0 0 4 4 】

そして、余剰なアルミ合金 5 2 を写真製版技術およびエッチング技術を用いて除去することで、図 1 7 に示すようにアルミ合金部 1 7 を形成する。

【 0 0 4 5 】

そして最後に、図 1 1 のようにワイヤ 1 8 がパッド部 3 0 のアルミ合金部 1 7 に対してボンディングされる。また、そのボンディングに先立って、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上にアルミ合金部 1 7 上方を開口したパッシベーション膜（不図示）を形成しておいてもよい。

【 0 0 4 6 】

なお、以上の工程において、アルミ合金部 1 7 を形成するための余剰なアルミ合金 5 2 を写真製版技術およびエッチング技術を用いて行ったが、CMP 法などにより、開口 6 1 内以外のアルミ合金 5 2 を除去することで行ってもよい。その場合、アルミ合金部 1 7 は、図 1 8 のように第 2 の銅配線 1 6 に全体が埋め込まれるように形成される。

【 0 0 4 7 】

また、以上の説明では、アルミ合金部 1 7 は、第 2 の銅配線 1 6 のパッド部 3 0 となる環形部分の内側にその一部が埋め込まれるように形成したが、第 2 の銅配線 1 6 およびアルミ合金部 1 7 の形状はこれに限定されない。アルミ合金部 1 7 が、第 2 の銅配線 1 6 に接し、且つその下に第 2 の銅配線 1 6 が存在しないように配置されていれば、直接第 2 の層間絶縁膜 1 4 に埋め込まれるように形成してもよい（例えば、図 1 9）。その場合も、ワイヤボンディング時の第 2 の銅配線 1 6 の露出防止の効果を得ることができる。但し、アルミ合金部 1 7 を第 2 の

銅配線 1 6 のパッド部 3 0 となる環形部分の内側に接するように形成すれば、第 2 の銅配線 1 6 とアルミ合金部 1 7 との接触面積を大きくとれ、両者間の接続抵抗を小さく抑えることができるという利点がある。

【 0 0 4 8 】

<実施の形態 5>

図 2 0 は、実施の形態 5 に係る半導体装置の構造を示す図である。本実施の形態に係る半導体装置において、アルミ合金部 1 7 は、少なくとも銅金属部 1 6 a に埋め込まれた部分の表面にチタン合金層 1 9 を有している。即ち、チタン合金層 1 9 は、アルミ合金部 1 7 における銅金属部 1 6 a およびアルミ合金部 1 7 と接する表面に形成されている。

【 0 0 4 9 】

このようにアルミ合金部 1 7 の表面にチタン合金層 1 9 を有する構造とすることで、実施の形態 4 よりも機械的強度が向上する。例えばワイヤボンディング時のアルミ合金部 1 7 に加わる圧力で第 2 の層間絶縁膜 1 4 に割れが発生することを抑制できる。また、実施の形態 4 と同様にパッド部 3 0 とワイヤ 1 8 との良好な密着性が得られることは言うまでもない。

【 0 0 5 0 】

以下、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。まず、実施の形態 4 と同様の工程で、シリコン基板 1 0 上に第 1 の層間絶縁膜 1 1、第 1 のコンタクト 1 2、第 1 の銅配線 1 3、第 2 の層間絶縁膜 1 4、第 2 のコンタクト 1 5、第 2 の銅配線 1 6（銅金属部 1 6 a）を形成し（図 1 4）、第 2 の層間絶縁膜 1 4 にアルミ合金部 1 7 を形成するための開口 6 1 を形成する（図 1 5）。このとき開口 6 1 は、パッド部 3 0 となる銅金属部 1 6 a の環形の内側に、当該銅金属部 1 6 a と接するように形成される。

【 0 0 5 1 】

そして、第 2 の層間絶縁膜 1 4 の上にチタン合金 5 3 をスパッタ法または CVD 法などで堆積させる。このとき、開口 6 1 が完全に埋まらないように、堆積させるチタン合金 5 3 の量を調整する。次いで、チタン合金 5 3 の上にアルミ合金部 1 7 の材料となるアルミ合金 5 2 を、スパッタ法または CVD 法などで堆積させ

る。それにより、開口 6 1 は、図 2 1 に示すようにチタン合金 5 3 およびアルミ合金 5 2 によって完全に埋められる。そして、余剰なアルミ合金 5 2 およびチタン合金 5 3 を写真製版技術およびエッチング技術を用いて除去することで、図 2 0 に示すようにアルミ合金部 1 7 およびチタン合金層 1 9 を形成する。

【 0 0 5 2 】

そして最後に、ワイヤ 1 8 がアルミ合金部 1 7 に対してボンディングされる。また、そのボンディングに先立って、第 2 の層間絶縁膜 1 4 上にアルミ合金部 1 7 上方を開口したパッシベーション膜（不図示）を形成しておいてもよい。

【 0 0 5 3 】

なお、以上の工程において、アルミ合金部 1 7 並びにチタン合金層 1 9 を形成するための余剰なアルミ合金 5 2 およびチタン合金 5 3 の除去は、写真製版技術およびエッチング技術を用いて行ったが、CMP 法などにより開口 6 1 内以外のアルミ合金 5 2 およびチタン合金 5 3 を除去することで行ってもよい。その場合、アルミ合金部 1 7 は、図 2 2 のように第 2 の銅配線 1 6 に全体が埋め込まれるように形成される。

【 0 0 5 4 】

また、本実施の形態でも、アルミ合金部 1 7 は、第 2 の銅配線 1 6 の環形部分の内側にその一部が埋め込まれるように形成したが、第 2 の銅配線 1 6 およびアルミ合金部 1 7 の形状はこれに限定されない。アルミ合金部 1 7 が、第 2 の銅配線 1 6 に接し、且つその下に第 2 の銅配線 1 6 が存在しないように配置されていれば、直接第 2 の層間絶縁膜 1 4 に埋め込まれるように形成してもよい。その場合、チタン合金層 1 9 並びにチタン化合物層 2 0 は、アルミ合金部 1 7 の第 2 の層間絶縁膜 1 4 に埋め込まれた部分の表面に形成される。

【 0 0 5 5 】

< 実施の形態 6 >

図 2 3 は、実施の形態 6 に係る半導体装置の構造を示す図である。本実施の形態に係る半導体装置において、アルミ合金部 1 7 は、少なくとも銅金属部 1 6 a に埋め込まれた部分の表面に、チタン合金と銅およびアルミとの化合物の層（チタン化合物層 2 0）を有している。即ち、チタン化合物層 2 0 は、アルミ合金部

17における銅金属部16aおよびアルミ合金部17と接する表面に形成されている。

【0056】

よって、実施の形態5よりもさらに機械的強度が向上する。また、実施の形態1と同様にパッド部30とワイヤ18との良好な密着性が得られることは言うまでもない。

【0057】

以下、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法を説明する。まず、実施の形態5と同様の工程で、第2の層間絶縁膜14内に、第2のコンタクト15、第2の銅配線16（銅金属部16a）、アルミ合金部17、チタン合金層19を形成する。

【0058】

そして、ワイヤボンディングを行う前に、不活性ガス（例えば N_2 や H_2 ）雰囲気中で350℃～450℃の熱処理を10～100分程度行う。それにより、チタン合金層19が第2の銅配線16に含まれる銅およびアルミ合金部17に含まれるアルミと反応し、チタン化合物層20が形成される。

【0059】

そして最後に、図23のようにワイヤ18がアルミ合金部17に対してボンディングされる。また、そのボンディングに先立って、第2の層間絶縁膜14上にアルミ合金部17上方を開口したパッシベーション膜（不図示）を形成しておいてもよい。

【0060】

なお、本実施の形態においても、アルミ合金部17並びにチタン合金層19を形成するための余剰なアルミ合金52およびチタン合金53の除去は、CMP法などによって行ってもよい。その場合、アルミ合金部17並びにチタン化合物層20は、図24のように第2の銅配線16に全体が埋め込まれるように形成される。

【0061】

また、アルミ合金部17は、第2の銅配線16に接し、且つその下に第2の銅

配線 1 6 が存在しないように配置されていれば、直接第 2 の層間絶縁膜 1 4 に埋め込まれるように形成してもよい。その場合、チタン化合物層 2 0 は、第 2 の層間絶縁膜 1 4 に埋め込まれた部分の表面に形成される。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る半導体装置によれば、ワイヤとパッド部との間で良好な密着性が得られると共に、パッドが形成される部分の機械的強度が向上する。また、パッド部の下に銅配線が存在しないように配置することで、ワイヤボンディングの際の銅配線の露出を抑制することができる。

【 0 0 6 3 】

さらに、本発明に係る半導体装置の製造方法によれば、アルミのパッド部の形成に伴う製造工程数の増加は最小限に抑えられており、製造工程の簡易化に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 実施の形態 1 に係る半導体装置の構造を示す図である。
- 【図 2】 実施の形態 1 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 3】 実施の形態 1 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 4】 実施の形態 1 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 5】 実施の形態 1 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 6】 実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を示す図である。
- 【図 7】 実施の形態 2 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 8】 実施の形態 2 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 9】 実施の形態 2 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 1 0】 実施の形態 3 に係る半導体装置の構造を示す図である。
- 【図 1 1】 実施の形態 4 に係る半導体装置の構造を示す図である。
- 【図 1 2】 実施の形態 4 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 1 3】 実施の形態 4 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 1 4】 実施の形態 4 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。
- 【図 1 5】 実施の形態 4 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。

【図 1 6】 実施の形態 4 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。

【図 1 7】 実施の形態 4 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。

【図 1 8】 実施の形態 4 に係る半導体装置の変形例を示す図である。

【図 1 9】 実施の形態 4 に係る半導体装置の変形例を示す図である。

【図 2 0】 実施の形態 5 に係る半導体装置の構造を示す図である。

【図 2 1】 実施の形態 5 に係る半導体装置の製造工程を示す図である。

【図 2 2】 実施の形態 5 に係る半導体装置の変形例を示す図である。

【図 2 3】 実施の形態 6 に係る半導体装置の構造を示す図である。

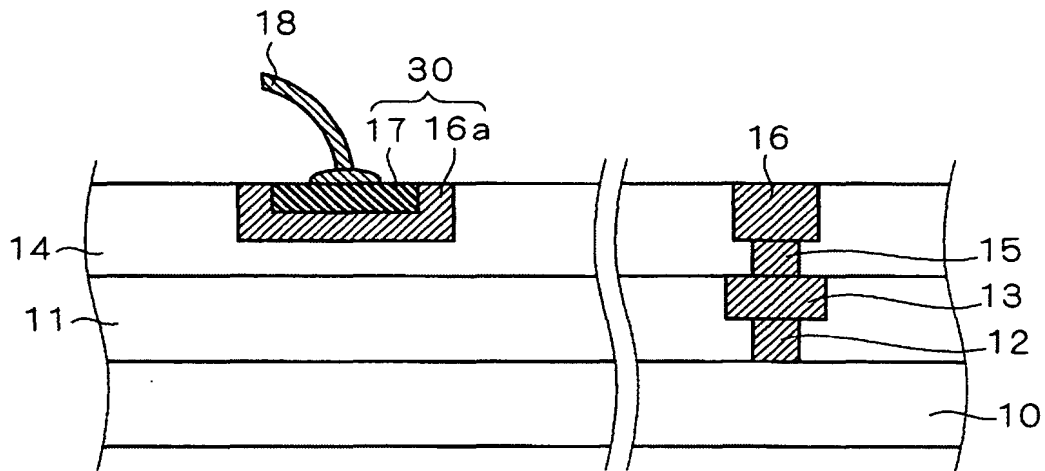
【図 2 4】 実施の形態 6 に係る半導体装置の変形例を示す図である。

【符号の説明】

1 0 シリコン基板、1 1 第 1 の層間絶縁膜、1 2 第 1 のコンタクト、1
3 第 1 の銅配線、1 4 第 2 の層間絶縁膜、1 5 第 2 のコンタクト、1 6
第 2 の銅配線、1 7 アルミパッド部、1 8 ワイヤ、1 9 チタン合金層、2
0 チタン化合物層、5 0, 6 0 配線用の溝、5 1 銅、5 2 アルミ合金、
5 3 チタン合金、6 1 開口。

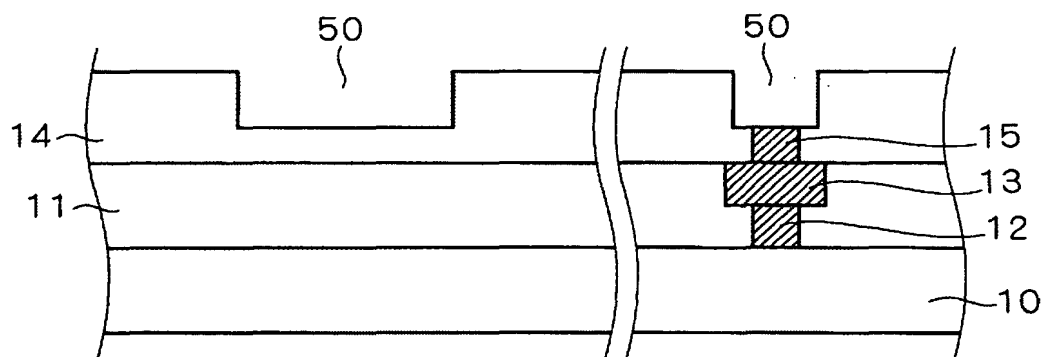
【書類名】 図面

【図 1】



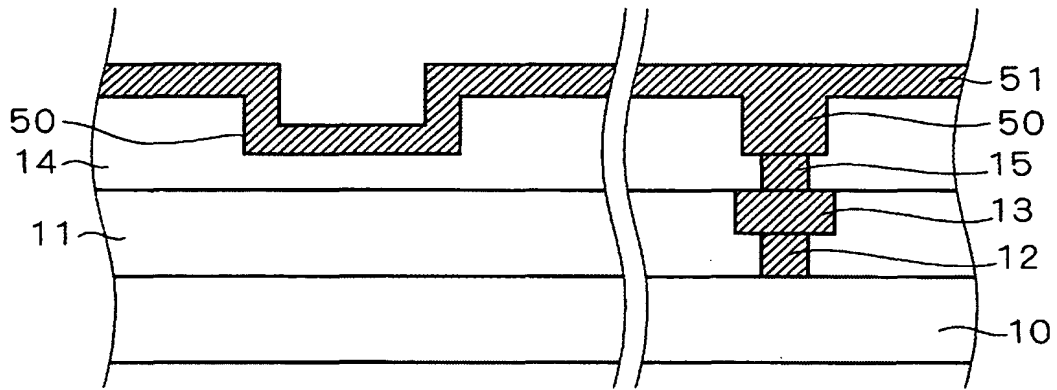
10:シリコン基板 13:第 1 の銅配線 16:第 2 の銅配線
 11:第 1 の層間絶縁膜 14:第 2 の層間絶縁膜 17:アルミ合金部
 12:第 1 のコンタクト 15:第 2 のコンタクト 16a:銅金属部
 18:ワイヤ

【図 2】

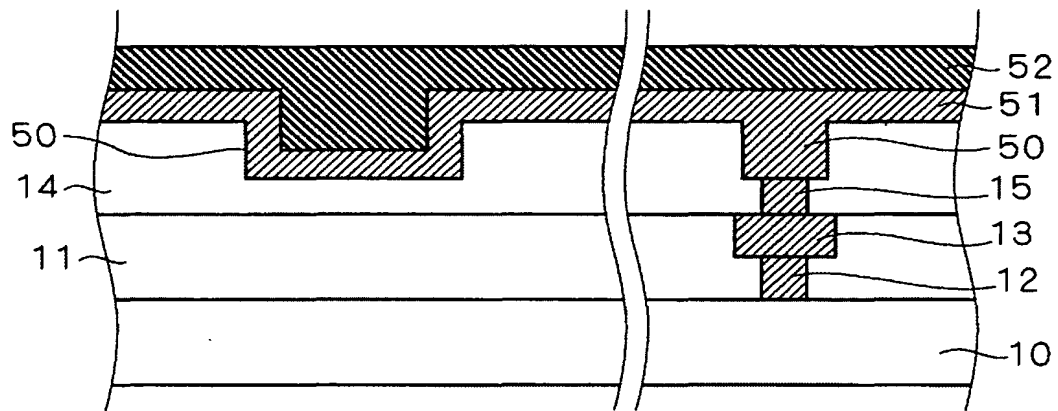


50:溝

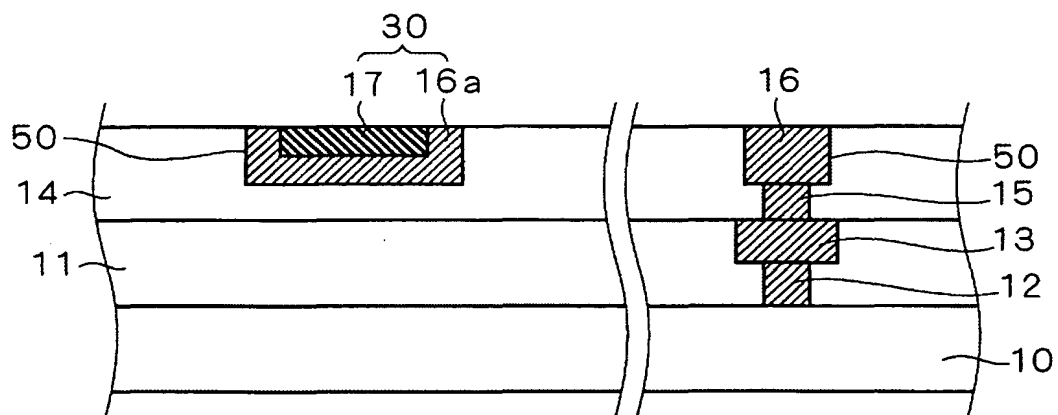
【図 3】



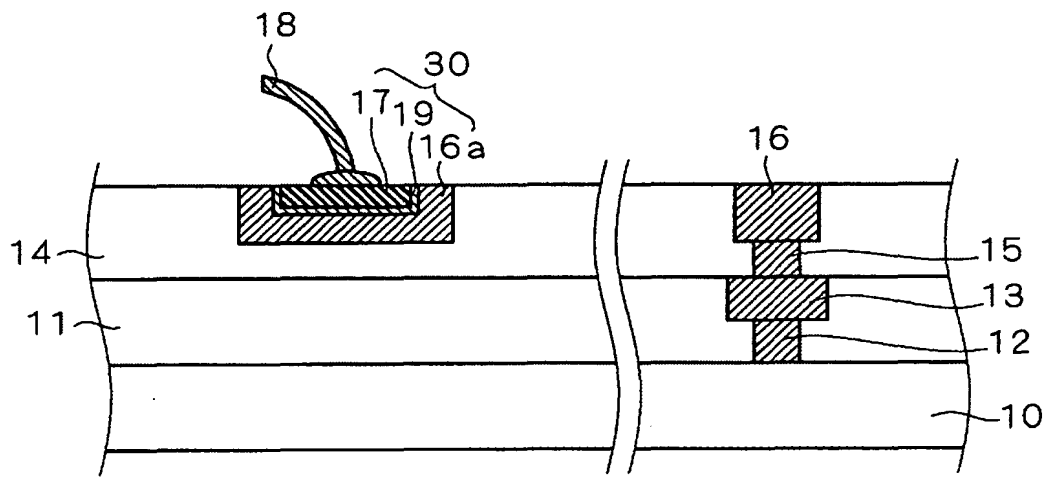
【図 4】



【図 5】

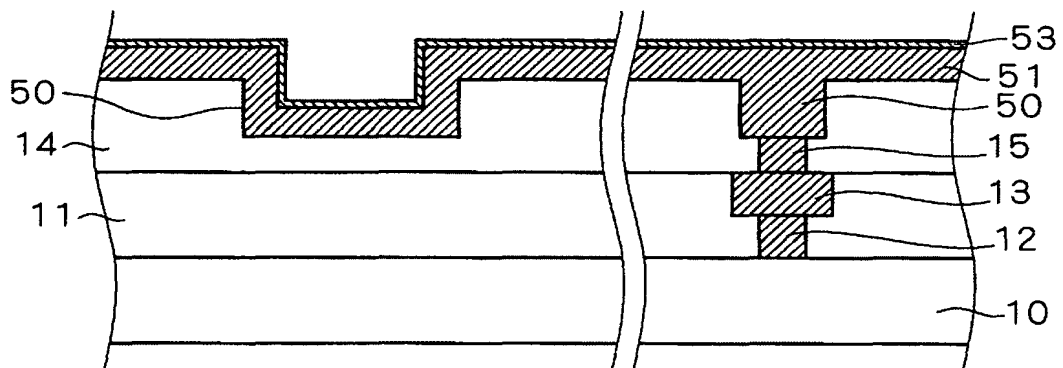


【図 6】

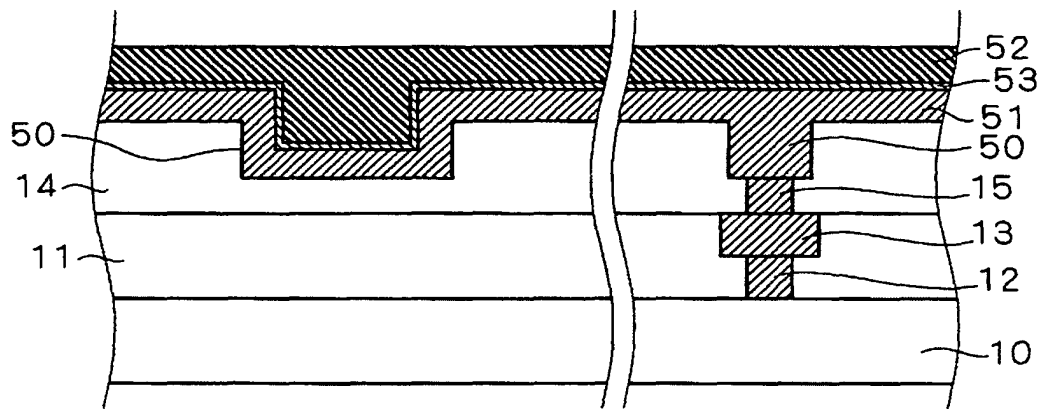


19:チタン合金層

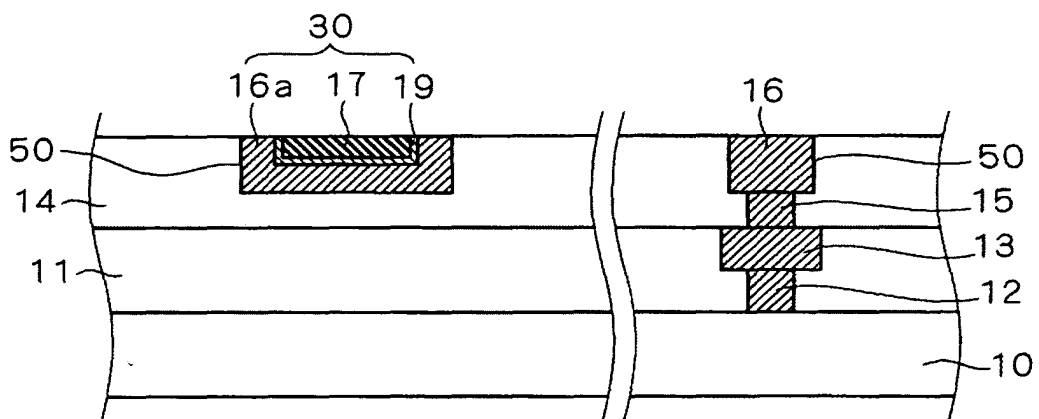
【図 7】



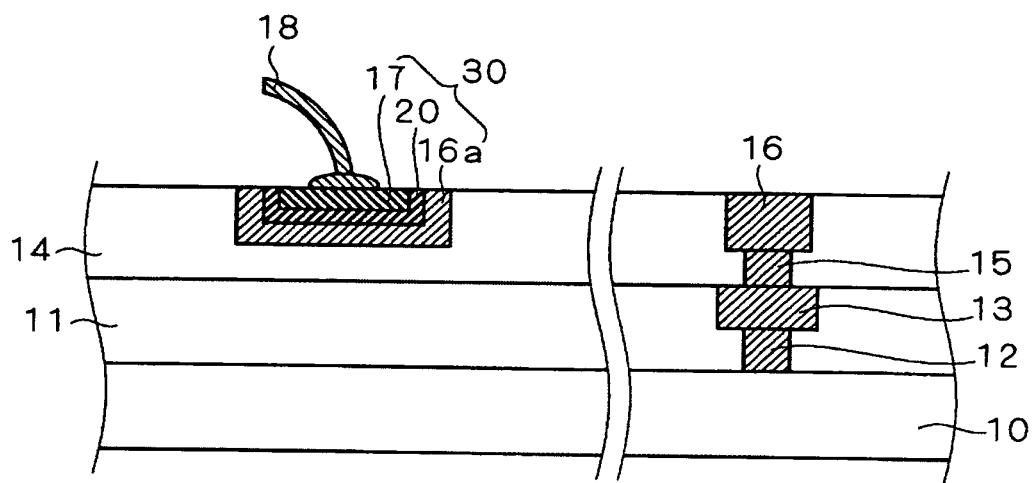
【図 8】



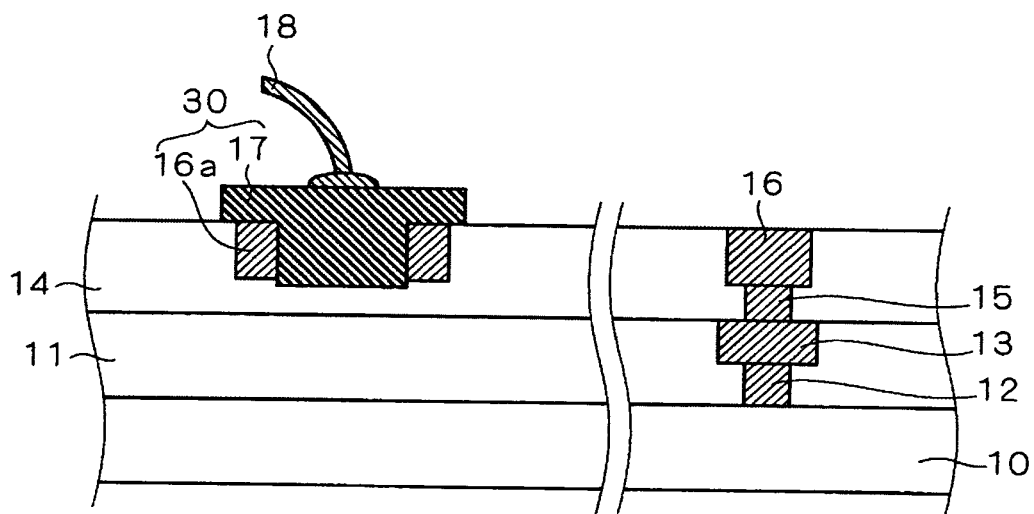
【図 9】



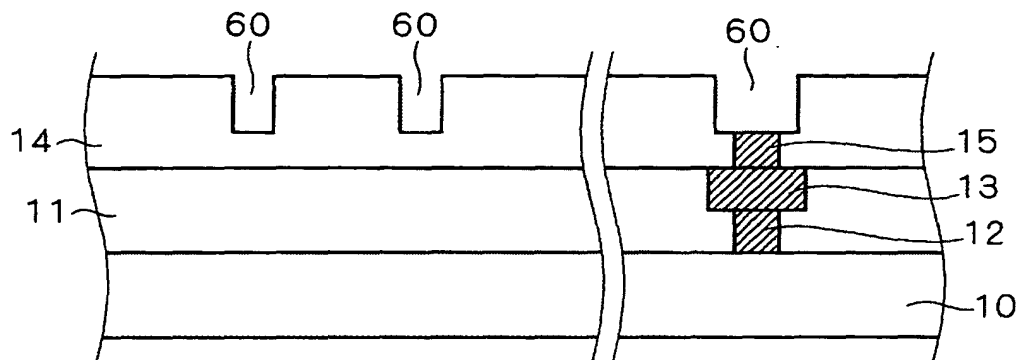
【図 1 0】



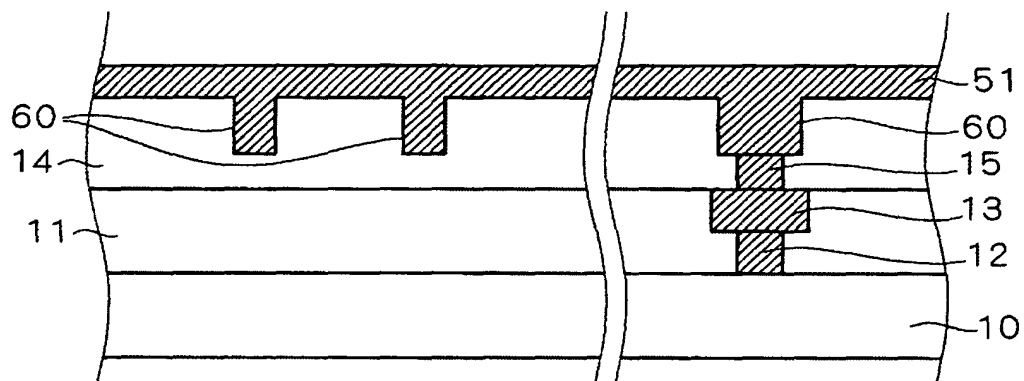
【図 1 1】



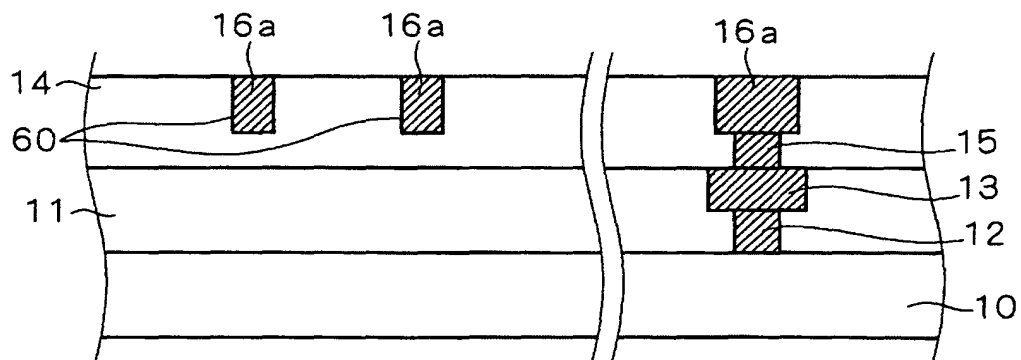
【图 12】



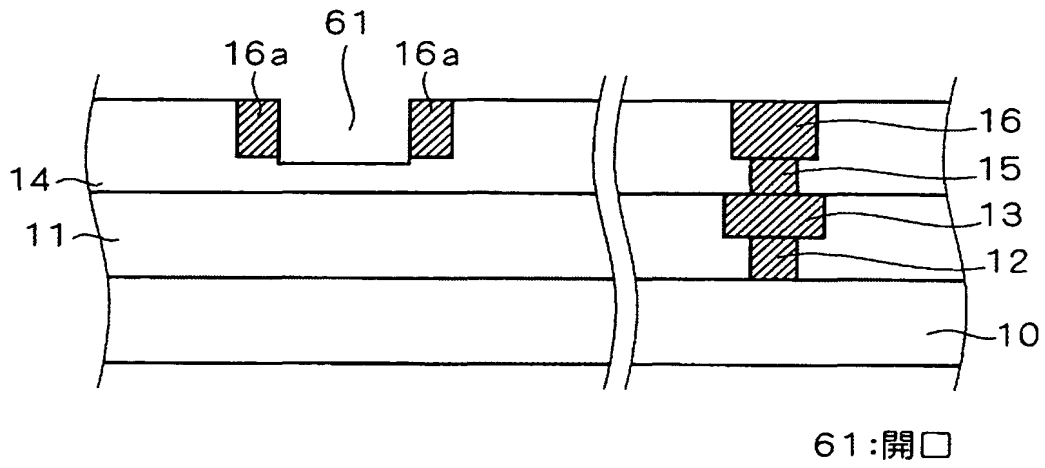
【図 13】



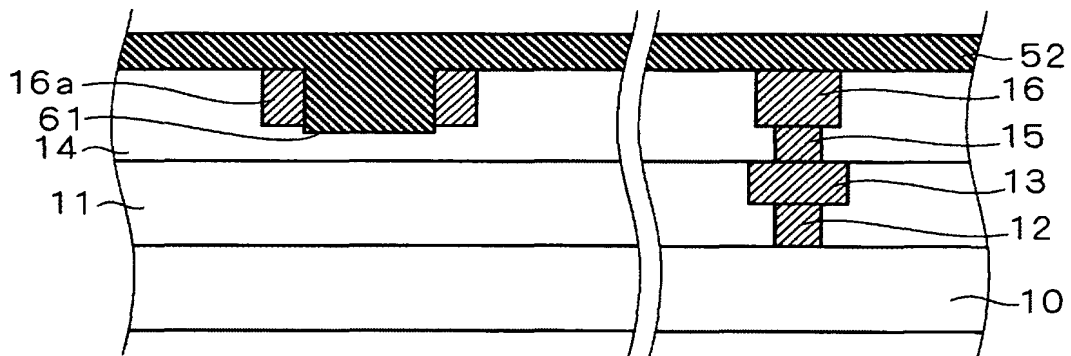
【图 14】



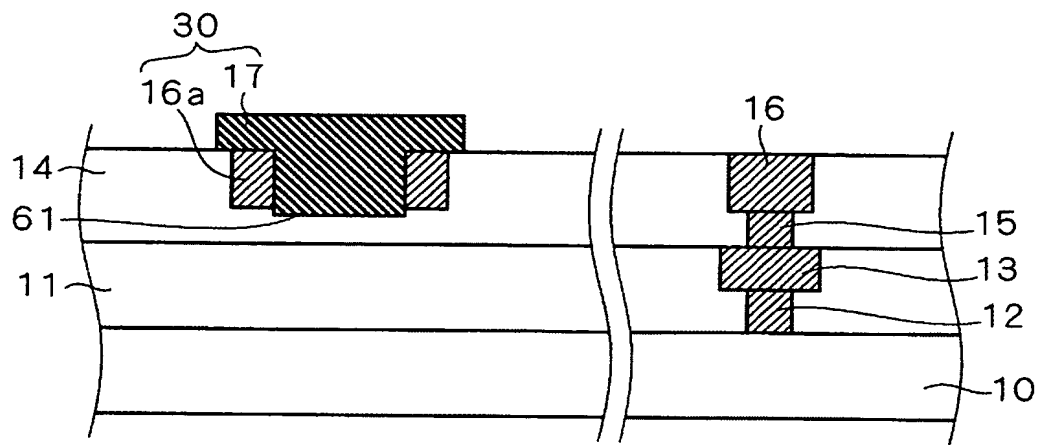
【図 1 5】



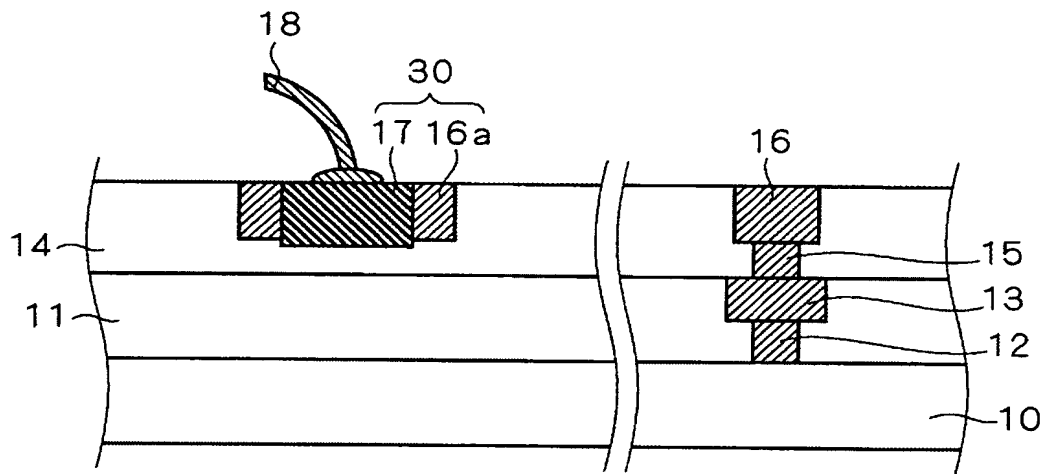
【図 1 6】



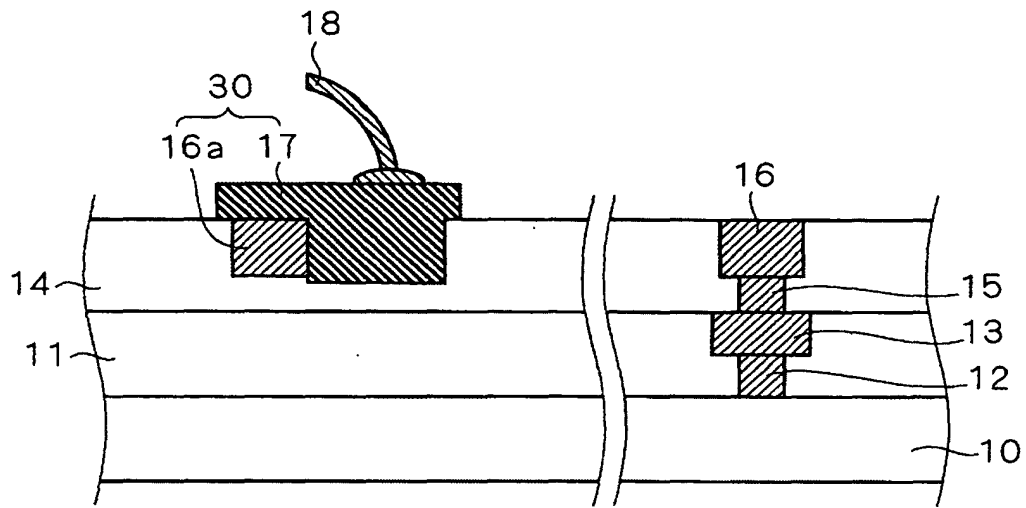
【図 1 7】



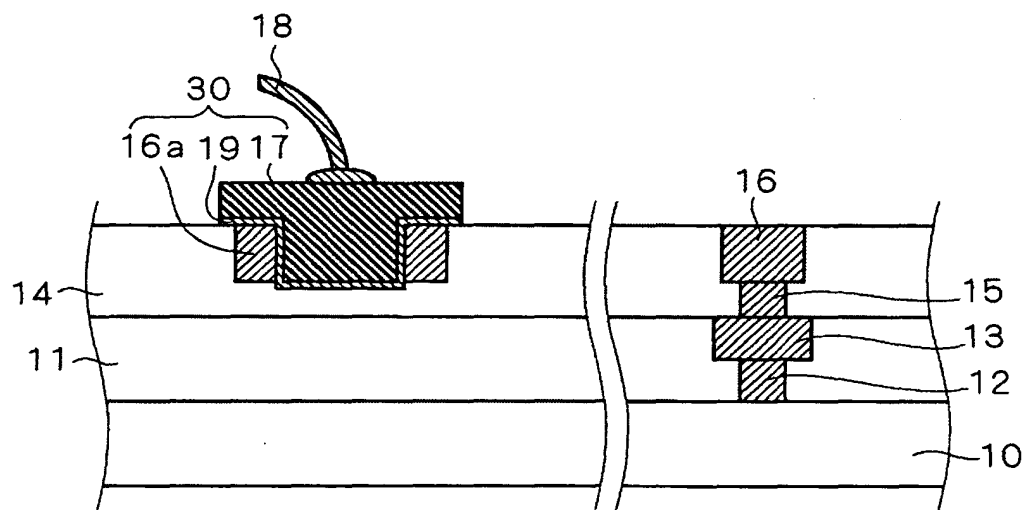
【図 1 8】



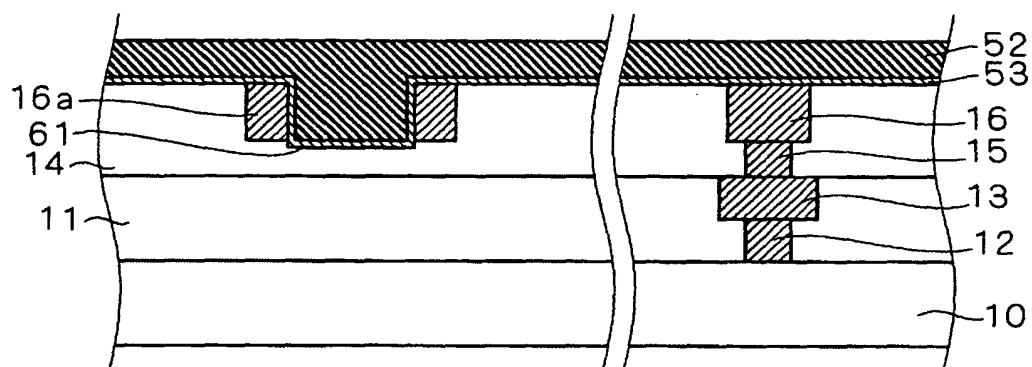
【圖 19】



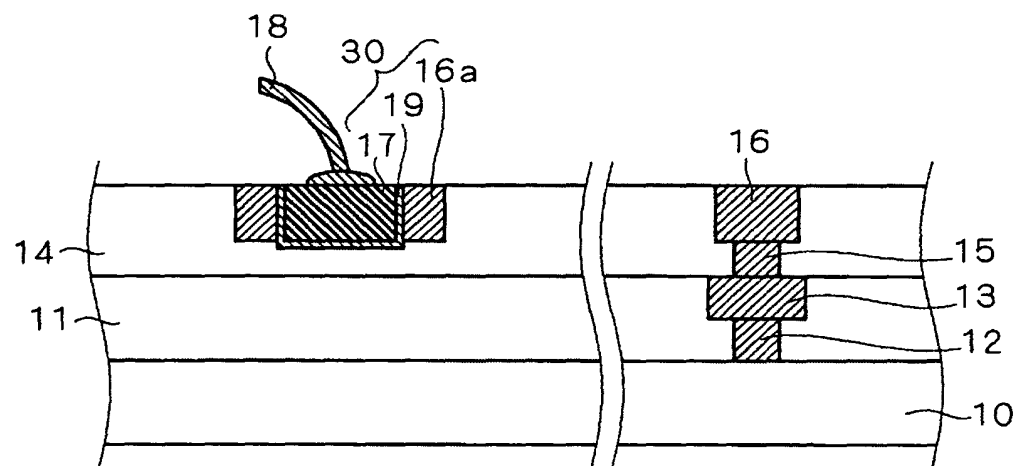
【図 20】



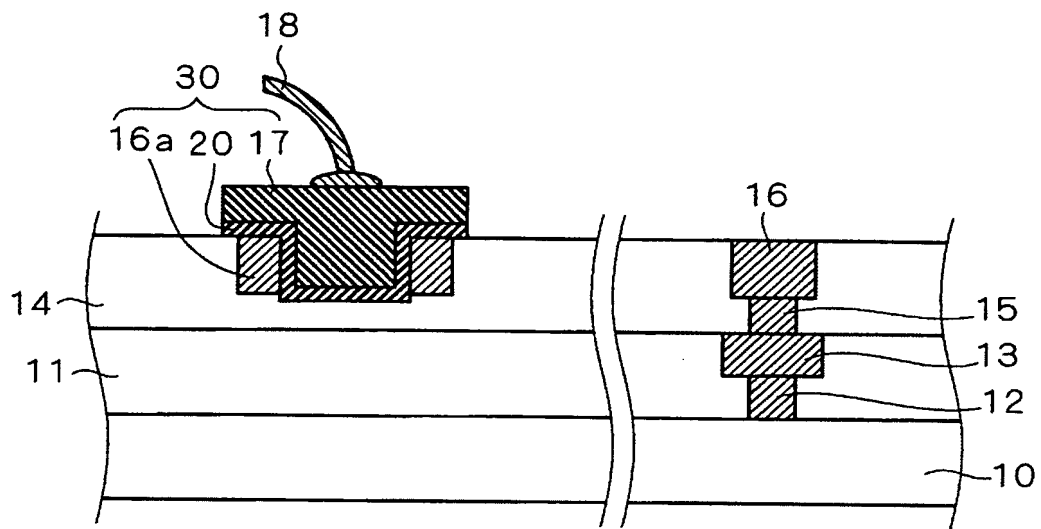
【図 2 1】



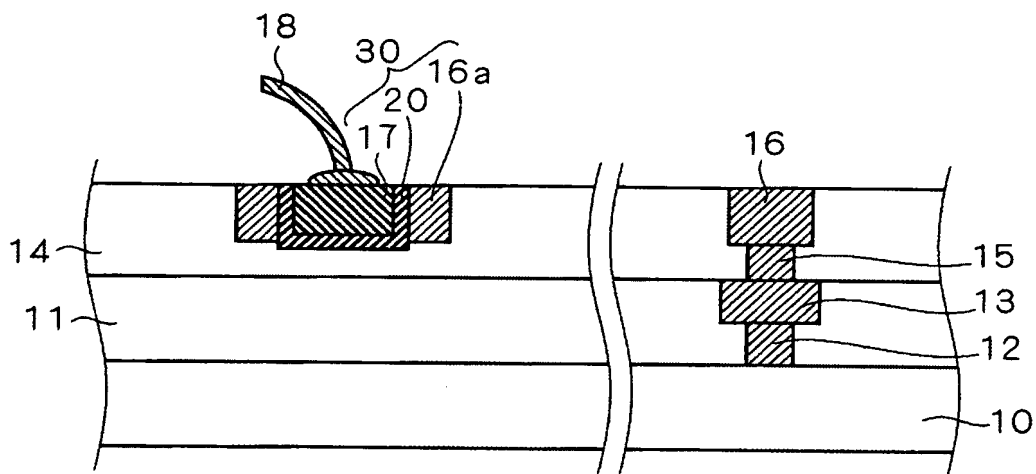
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 銅配線およびアルミのパッド部を有する半導体装置において、製造工程の複雑化を抑えつつ、当該パッド部が形成される部分の機械的強度を向上させる。

【解決手段】 シリコン基板 1 0 上の第 2 の層間絶縁膜 1 4 には第 2 のコンタクト 1 5 および最上層の配線である第 2 の銅配線 1 6 が埋め込まれている。そして、第 2 の銅配線 1 6 の所定の部分には、金のワイヤ 1 8 をボンディングするためのアルミ合金（例えば A l C u や A l S i C u 等）のパッド部 1 7 が埋め込まれている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名 三菱電機株式会社